



PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del
Ejercicio y la Salud

ISSN: 1409-0724

ISSN: 1659-4436

pensarenmovimiento.eefd@ucr.ac.cr

Universidad de Costa Rica
Costa Rica

Jiménez-Rodríguez, Híbsen Alonso; Araya Vargas, Gerardo Alonso
**Efecto del ejercicio aeróbico sobre la capacidad cardiorrespiratoria
en pacientes sobrevivientes de covid-19: metaanálisis**

PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio
y la Salud, vol. 21, núm. 1, e53531, 2023, Enero-Junio

Universidad de Costa Rica
Montes de Oca, Costa Rica

DOI: <https://doi.org/10.15517/pensarmov.v21i1.53531>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=442073900008>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

[redalyc.org](https://www.redalyc.org)

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Investigación Experimental o Metaanalítica

PENSAR EN MOVIMIENTO:

Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud

ISSN 1659-4436

Vol. 21, No.1, pp. 1 - 39

Abre 1° de enero, cierra 30 de junio, 2023



EFFECTO DEL EJERCICIO AERÓBICO SOBRE LA CAPACIDAD CARDIORRESPIRATORIA EN PACIENTES SOBREVIVIENTES DE COVID-19: META- ANÁLISIS

EFFECT OF AEROBIC EXERCISE ON THE CARDIORESPIRATORY CAPACITY IN SURVIVORS OF COVID-19: A META-ANALYSIS

EFEITO DO EXERCÍCIO AERÓBICO NA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA EM SOBREVIVENTES DA COVID-19: METANÁLISE

Hibsen Alonso Jiménez-Rodríguez ¹ y Gerardo Alonso Araya Vargas ^{1 y 2}

hibsen.jimenez@ucr.ac.cr; gerardo.araya@ucr.ac.cr

¹Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica

²Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica

Envío original: 2022-12-20 Reenviado: 2023-03-28 Aceptado: 2023-04-12

Publicado: 2023-04-28

Doi: <https://doi.org/10.15517/pensarmov.v21i1.53531>

Editor asociado a cargo: Ph.D. Pedro Carazo Vargas

Este manuscrito fue sometido a una revisión abierta. Agradecemos al Lic. José Ángel Ramírez y a la Ph.D Farah Ramírez Marrero por sus revisiones.

-1-



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

RESUMEN

El propósito del estudio fue cuantificar el tamaño de efecto (TE) del ejercicio aeróbico sobre la capacidad cardiorrespiratoria en sobrevivientes de la enfermedad COVID-19, producida por el virus SARS-CoV 2. Se revisaron dos bases de datos (EBSCO host y PubMed) entre los meses de agosto a noviembre del año 2021. Se encontraron 142 656 posibles artículos y, luego de varios filtros, se incluyeron 9 estudios que cumplían los requisitos de inclusión. Se usó el modelo de efectos aleatorios. Se obtuvieron 12 TE en un primer meta-análisis que tuvo sesgo (según prueba de Egger). Tras identificar y eliminar grupos con TE extremo, se obtuvo un modelo corregido y sin sesgo con 7 estudios y 9 TE, donde se encontró que el ejercicio aeróbico tiene un efecto significativo, positivo y de magnitud grande sobre la condición cardiorrespiratoria en sobrevivientes a la enfermedad de COVID-19 (TE = 0.849; IC95%: 0.715 - 0.982; Q = 7.13; $p = 0.522$; $I^2 = 0.87\%$; Egger $p = 0.205$). Las intervenciones con ejercicio aeróbico favorecen la mejora de la capacidad cardiorrespiratoria en pacientes sobrevivientes de COVID-19. Dos estudios aplicaron solo ejercicio aeróbico, mientras que los otros siete combinaban aeróbico con ejercicio de fuerza y otras modalidades. En todos los casos se tuvo TE significativo. Finalmente, estos resultados fueron relativamente homogéneos, sin evidenciar la influencia de posibles variables moderadoras.

Palabras clave: COVID-19, ejercicio aeróbico, capacidad cardiorrespiratoria.

ABSTRACT

The purpose of this study was to quantify the effect size (TE) of aerobic exercise on cardiorespiratory capacity in survivors of the COVID-19 disease caused by the SARS-CoV 2 virus. Two data bases (EBNSCO host and PubMed) were reviewed over the months of August through November, 2021. A total 142 656 potential articles were reviewed and, after applying several filters, 9 studies that met the requirements for inclusion were included. The random effect model was used. A first meta-analysis that was biased (according to Egger test) obtained 12 TE. After identifying and eliminating groups with an extreme TE, a corrected, unbiased model was obtained with 7 studies and 9 TE was obtained, where it was found that aerobic exercise has a significant, positive and large-

-2-



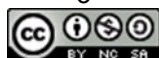
magnitude effect on the cardiorespiratory condition on survivors of the COVID-19 disease (TE = 0.849; IC95%: 0.715 – 0.982; Q = 7.13; p = 0.522; I² = 0.87%; Egger p = 0.205). Interventions with aerobic exercise foster an improvement in cardiorespiratory capacity in patients who survived COVID-19. Two studies applied aerobic exercise only, whereas the other seven combined aerobic exercise with strength exercise and other modes. In all cases, a significant TE was obtained. Finally, these results were relatively homogeneous, with no evidence for the influence of possible moderating variables.

Keywords: COVID-19, aerobic exercise, cardiorespiratory capacity

RESUMO

O objetivo do estudo foi quantificar o tamanho do efeito (TDE) do exercício aeróbico na aptidão cardiorrespiratória em sobreviventes da doença COVID-19, produzida pelo vírus SARS-CoV 2. Foram revisadas duas bases de dados (EBSCO host e PubMed) entre agosto e novembro de 2021. Foi encontrado um total de 142.656 artigos em potencial e, após vários filtros, foram incluídos 9 estudos que atendiam aos requisitos de inclusão. Foi usado o modelo de efeitos aleatórios. Foram obtidos 12 TDE em uma primeira metanálise que era tendenciosa (de acordo com o teste de Egger). Depois de identificar e eliminar os grupos com TDE extremo, foi obtido um modelo corrigido e imparcial com 7 estudos e 9 TDE, no qual se constatou que o exercício aeróbico tem um efeito significativo, positivo e de grande magnitude sobre a aptidão cardiorrespiratória em sobreviventes da doença COVID-19 (TDE = 0,849; IC95%: 0,715 - 0,982; Q = 7,13; p = 0,522; I² = 0,87%; Egger p = 0,205). As intervenções com exercícios aeróbicos melhoram o condicionamento cardiorrespiratório em sobreviventes da COVID-19. Dois estudos usaram apenas exercícios aeróbicos, enquanto os outros sete combinaram exercícios aeróbicos com exercícios de força e outras modalidades. Em todos os casos, houve um TDE significativo. Por fim, esses resultados foram relativamente homogêneos, sem evidências da influência de possíveis variáveis moderadoras.

Palavras-chave: COVID-19, exercício aeróbico, condicionamento cardiorrespiratório.



Los coronavirus (CoV) son una familia diversa de virus conformada por cuatro géneros (alfa, beta, gama y delta); dos de ellos, alfa y beta, destacan por su capacidad para atravesar barreras entre animales y seres humanos y provocar enfermedades (Weiss, [2020](#)). Entre estos CoV, se han identificado tres que afectan severamente las vías respiratorias bajas, ocasionando daños pulmonares, distrés respiratorio, choque séptico y fallos en múltiples órganos, con tasas elevadas de fatalidades (Vos et al., [2021](#)). Se trata del SARS-CoV, MERS-CoV y el SARS-CoV-2.

El SARS-CoV fue detectado en 2002 en China, en la zona de Foshan, y llegó a ocasionar una epidemia mundial de *síndrome respiratorio agudo severo* (Zhu et al., [2020](#)). Cuando se contuvo la enfermedad en 2003, se reportó un total de 809 muertes y 8456 casos, debido a su rápida propagación (Demmler y Ligon, [2003](#)). Entre los síntomas más comunes de la enfermedad están fiebre, mialgia, malestar general, tos seca, dolor de cabeza y disnea, similares a los síntomas de la influenza o neumonía atípica, por lo cual suelen confundirse, y, en otros casos, se pueden presentar taquicardia, taquipnea y complicaciones respiratorias (Hui et al., [2003](#)). Por su parte, el MERS-CoV fue detectado en 2012 en Jordania y ha generado endemias persistentes en Oriente Medio, con casos esporádicos fuera de esa zona (Zhu et al., [2020](#)).

A finales de 2019, se presentaron los primeros casos de una enfermedad caracterizada por una atípica neumonía de origen desconocido para ese entonces, la cual fue identificada con el nombre de coronavirus 2019 (COVID-19) por la OMS (Yang et al., [2020](#)). Debido a la rápida propagación del nuevo virus (SARS-CoV-2), el 11 de mayo de 2020 se declaró pandemia, tras haber alcanzado el 20 de abril de ese año, la cifra de 2 314 621 casos confirmados y 157 847 fallecimientos por esta enfermedad alrededor del mundo (Gold et al., [2020](#)). Los pacientes infectados manifiestan síntomas clínicos similares a los del primer virus SARS-CoV, pero con la distinción en el SARS-CoV-2 de la disfunción del gusto y olfato, entre otros síntomas.

Las complicaciones más severas presentan afecciones y síndromes respiratorios que pueden comprometer la salud de los pacientes infectados (Sun et al., [2020](#)). Muchos experimentan dificultades para realizar actividades diarias como caminar, subir escaleras o tareas domésticas simples; dichas dificultades son relacionadas a trastornos cardiorrespiratorios producidos por el virus del SARS-CoV (Lau et al., [2005](#)).

La capacidad del corazón y pulmones para transportar y suministrar oxígeno a los músculos para utilizarlo durante la actividad física es un indicador importante para la salud en general. Se ha hipotetizado que tener alta capacidad cardiorrespiratoria puede reducir el riesgo, gravedad y duración de las infecciones virales, incluyendo las que sufren pacientes infectados con el SARS-CoV (Christensen et al., [2021](#)). Normalmente, esta capacidad se mide con pruebas de consumo de oxígeno máximo (VO_{2max}) o estimando el VO_{2max} con base en un estimado de frecuencia cardiaca máxima (Cheng et al., [2019](#)).

La enfermedad del virus SARS-CoV-2 causa neumonía con manifestaciones extrapulmonares y complicaciones adicionales importantes (Li et al., [2021](#)). Los pacientes que presentan síndromes respiratorios agudos graves representan más del 30% de las hospitalizaciones relacionadas con el SARS-CoV-2 y, por tanto, es probable que muchas personas requieran de rehabilitación para recuperarse después de la infección (Chaabene et al., [2021](#)). Los programas de ejercicio constituyen una estrategia factible para reducir las pérdidas funcionales en componentes físicos provocados por la enfermedad (Rooney et al., [2020](#)). Por tanto, una estrategia es la implementación de ejercicio después de la infección, como lo sugieren estudios como el de Salgado-Aranda et al. ([2021](#)), quienes evidenciaron que realizar ejercicio físico de forma regular puede impactar favorablemente en muchas de las afectaciones por el COVID-19, causando, inclusive, reducción en los riesgos de mortalidad. Además, el ejercicio físico puede aumentar la aptitud cardiorrespiratoria, mejorando así los niveles de capacidad aeróbica para realizar diversas actividades (Aghjayan et al., [2021](#)).

El inicio de la pandemia motivó varios estudios y se publicaron algunas revisiones sistemáticas, como la revisión de sombrilla de Suso-Martí et al. ([2021](#)) sobre la efectividad de la tele rehabilitación, o la revisión rápida de métodos de rehabilitación del COVID-19 de Ceravolo et al. ([2020](#)), quienes señalan la importancia de incluir en estos programas de ejercicio físico. Otras revisiones sistemáticas planteadas por Alawna et al. ([2020](#)), Thoguluva et al. ([2021](#)) y Misra et al. ([2020](#)) sugieren el uso de ejercicio aeróbico, diversos tratamientos y modalidades como recomendación para pacientes con la enfermedad.

Es posible encontrar evidencia sobre la efectividad de programas de ejercicio físico en personas que hayan padecido la enfermedad del síndrome respiratorio agudo grave en las variantes de los virus SARS-CoV y SARS-CoV-2, pero existe controversia entre las



conclusiones de los estudios, dada su diversidad y el carácter novedoso de esta línea de investigación. Consecuentemente, es necesario revisar sistemáticamente estas evidencias aplicando la técnica meta-analítica para generar un consenso sobre el efecto del ejercicio en pacientes sobrevivientes del virus SARS-CoV-2. Por tanto, se plantea meta-analizar el tamaño del efecto del ejercicio aeróbico sobre la capacidad cardiorrespiratoria en pacientes sobrevivientes de la enfermedad COVID-19, causada por el virus SARS-CoV-2.

METODOLOGÍA

La revisión de literatura científica para el presente estudio meta-analítico se desarrolló utilizando, como base general, los lineamientos Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-analysis [PRISMA, por sus siglas en inglés] (Liberati et al., [2009](#)).

Búsqueda de literatura

La búsqueda de información fue realizada en las bases de datos electrónicas EBSCOhost (Academic Search Ultimate, SportDiscuss, MEDLINE with Full Text, SPORTDiscus with Full Text) y PubMed, sin restringir la fecha de publicación, entre los meses de agosto a noviembre del año 2021. Solamente se tomaron en cuenta los estudios de tipo experimental que cumplieran los criterios de inclusión establecidos (ver [Tabla 1](#) y [Figura 1](#)). Las siguientes frases booleanas fueron usadas en las búsquedas: [physical activity OR exercise] AND [SARS-COV-2 OR COVID-19] AND [systematic review OR meta-analysis]; [physical activity OR exercise] AND [SARS-COV-2 OR COVID-19]; [physical activity OR exercise OR fitness] AND [SARS-COV-2 OR COVID-19].

Criterios de elegibilidad

Se utilizaron los criterios PICOS (*participants, intervention, comparators, study outcomes, and study design*), por sus siglas en inglés (Liberati et al., [2009](#)). Por tanto, entre los criterios de inclusión se estableció: estudios experimentales con mediciones pre y post, con la implementación de un programa de ejercicio aeróbico (ver [Tabla 1](#)). También, los participantes en los estudios debían ser hombres y mujeres sobrevivientes de la enfermedad del virus SARS-CoV-2.



Tabla 1

Criterios de inclusión y exclusión. Meta-análisis de efectos del ejercicio aeróbico sobre la capacidad cardiorrespiratoria en pacientes sobrevivientes a SARS-CoV-2

Categoría	Criterio de inclusión	Criterio de exclusión
Población	Hombres y mujeres adultos sobrevivientes al virus SARS-CoV-2.	Pacientes con alguna otra enfermedad respiratoria o pulmonar no causada por el virus SARS-CoV-2.
Intervención	Que se haya aplicado al menos un programa de ejercicio aeróbico.	Programas de rehabilitación pulmonar sin programas de ejercicio aeróbico.
Comparación	Estudio de tratamiento con evaluación pre y post intragrupo.	Estudios sin la característica de inclusión.
Objetivo	Efecto del ejercicio aeróbico sobre la capacidad cardiorrespiratoria en pacientes sobrevivientes al virus SARS-CoV y/o SARS-CoV-2 pre y post intervención.	Estudios observacionales, que no incluyan información pre o post.
Diseño de los estudios	Experimentales con medidas pre y post después del programa de ejercicio aeróbico.	No experimentales.

Fuente: elaboración propia.

Evaluación de la calidad de los estudios

Para evaluar la calidad metodológica de los estudios metaanalizados se utilizó la escala de calidad TESTEX (Smart et al., [2015](#)). Dicha escala consta de 12 ítems (ver [Tabla 4](#)), los cuales se puntúan con un valor de 1 si se cumple el criterio y con un valor de 0 si no se cumple el criterio, logrando un máximo de 15 puntos. Sin embargo, debido a la naturaleza de los estudios analizados se procedió a realizar un ajuste en los criterios de evaluación (ver [Tabla 4](#) y comentarios posteriores). La justificación de estos ajustes se explica más adelante en el subapartado de calidad de los estudios en el apartado de resultados.

Variables moderadoras

De acuerdo con la literatura científica revisada, se propuso examinar el efecto moderador de alguna de las siguientes características: sexo, tiempo de sesión, duración total de la intervención en semanas, cantidad total de sesiones, sesiones por semana y el porcentaje de hospitalizados reportado en los estudios. Además, las características de los protocolos de ejercicio también podrían tener un efecto moderador de los resultados. En caso necesario (cuando se obtiene evidencia de heterogeneidad grande en la muestra de tamaños de efecto de los estudios sistematizados), el análisis de seguimiento de estas posibles variables moderadoras se realizaría mediante análisis análogo de varianza y meta regresión (Cooper et al., [2009](#)).

Cálculos

Se calcularon los tamaños de efecto (TE) intragrupo [(media post - media pre) /desviación estándar pre], aplicando el modelo de efectos aleatorios de máxima verosimilitud restringida, mediante el paquete estadístico Jamovi versión 2.2.5 (módulo MAJOR). Como parte de los análisis requeridos, se estimaron estadísticos de sesgo de publicación (prueba de Egger) y estadísticos de heterogeneidad (Q e I^2).

RESULTADOS

Inicialmente se identificaron 142 656 artículos a partir de las distintas bases empleadas para su búsqueda y, luego de varios filtros de selección, se eligieron 9 estudios que cumplieron con los criterios de inclusión, los cuales se codificaron y se analizaron para calcular el TE individual de cada uno (ver [Figura 1](#); Jiménez-Rodríguez y Araya-Vargas, [2023](#)).

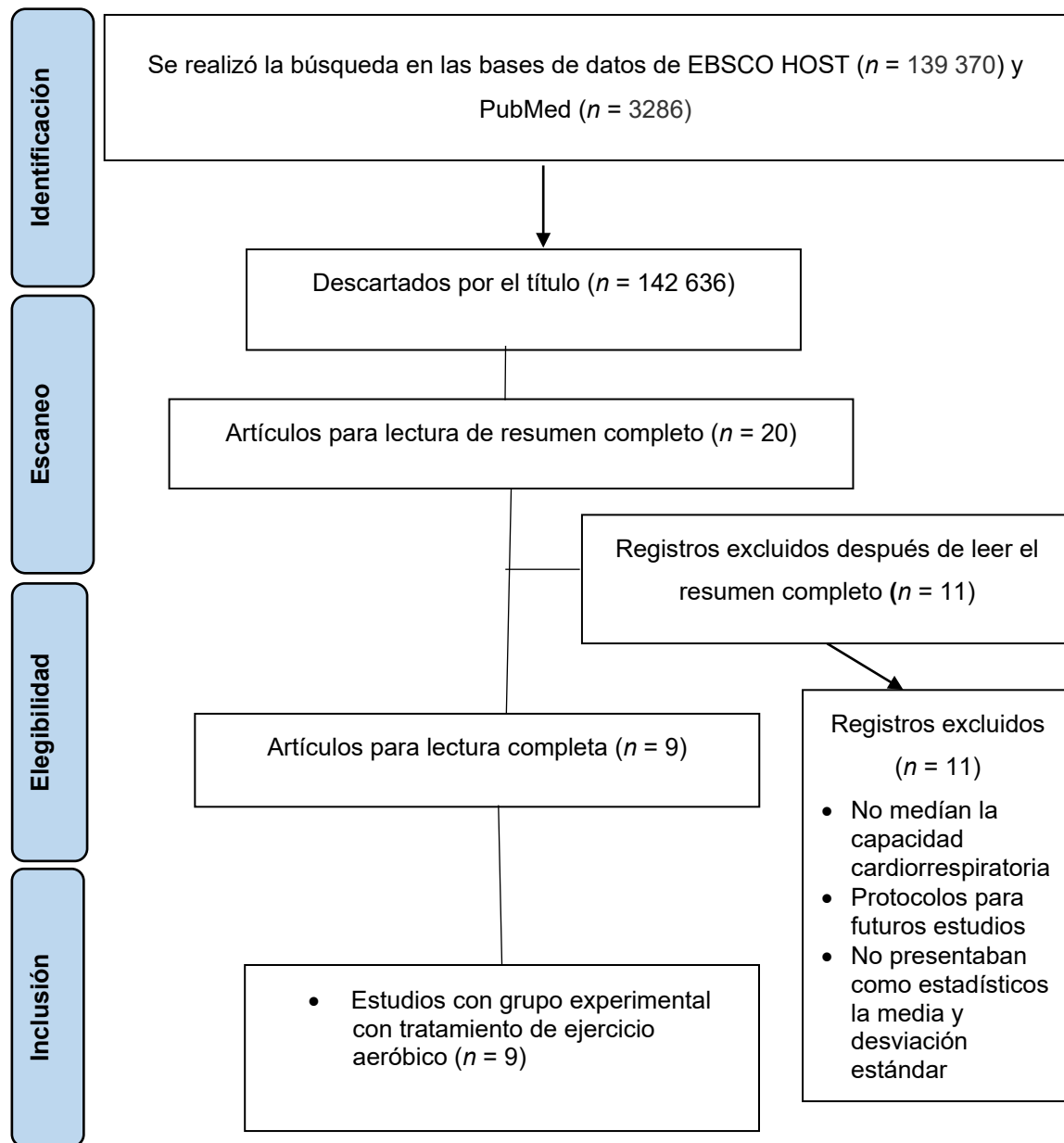


Figura 1. Flujograma del proceso de búsqueda y selección de estudios. Fuente: elaboración propia

Tamaño de efecto global

Se encontró ([Tabla 3](#)) un tamaño de efecto global de magnitud grande (según Cohen, [1988](#)), positivo (indica mejora de pre a post) y distinto de cero, con 95% de confianza, atribuible al ejercicio con componente aeróbico ($TE = 0.884$; $IC95\%: 0.749 -$

1.018). Este resultado indica beneficios del ejercicio en la capacidad cardiorrespiratoria en sobrevivientes de la enfermedad COVID-19. El componente presente en todas las intervenciones fue el aeróbico ([Tabla 2](#)), pero solo dos estudios (Ahmed et al., [2021](#); Missé et al., [2021](#)) lo aplicaron exclusivamente, mientras que los otros siete combinaron el componente aeróbico y de fuerza en sus intervenciones, además de incluir trabajos de flexibilidad entre otros aspectos.

Tabla 2

Características de los estudios incluidos en el meta-análisis de efectos del ejercicio aeróbico sobre la capacidad cardiorrespiratoria en pacientes sobrevivientes de SARS-CoV-2

Autor/año	Características del estudio	Metodología	Intervención
Ahmed et al. (2021)	$n = 20$ (13 hombres, 7 mujeres). Edad (media y DT): $39.6 \pm N/R$. Características: Comorbilidades: N/R. Participantes hospitalizados. Se dividió en sub-grupos si había pacientes que se les dio soporte ventilatorio requerido en la fase de la enfermedad de cada paciente. Sub-grupo 1 (no ocuparon soporte ventilatorio durante la enfermedad). $n = 10$ (6 hombres, 4 mujeres). Edad (media y DT): 38.0 ± 10.3. Sub-grupo 2 (Sí ocuparon soporte ventilatorio durante la enfermedad). $n = 10$ (7 hombres, 3 mujeres). (6 ventilación no invasiva, 4 ventilación mecánica). Edad (media y DT): 41.2 ± 10.3.	a. Programa de rehabilitación - Tipo de ejercicio: aeróbico / respiración. - D: 5 semanas. - F: 3 veces/semana. - CTS: 15 sesiones. b. Instrumentos de evaluación - Condición cardiorrespiratoria: PC6M (se utilizó la escala modificada de Borg (0-10) para medir el esfuerzo durante la prueba). - Escala de disnea: escala modificada estandarizada de Borg. - Calidad de vida: SF-36.	

Continuación de tabla 2.

Autor/año	Características del estudio	Metodología	Intervención
Zampogna et al. (2021)	$n = 140$ (inicial). Edad promedio: 71. Sin embargo, los autores reportan datos de pre y post evaluación de la variable de la condición aeróbica solo de 42 pacientes. $n = 42$ (reportado para la PC6M). No reporta cantidad de hombres y mujeres). Edad (media y DT): $N/R \pm N/R$. Características: Comorbilidades: N/R. Pacientes que estuvieron en UCI y UCI sub-intensivo, y algunos que requerían ventilación invasiva y mecánica. Se mantuvo la dosis de medicamentos (cloroquina, esteroides y anticoagulantes) a aquellos que tenían comorbilidades.	Programa de rehabilitación Tipo de ejercicio: aeróbico / fuerza / movilidad. D: N/R. F: 2 a 3 sesiones por día (20-30 min). CTS: N/R. Instrumentos de evaluación Condición cardiorrespiratoria: PC6M. Rendimiento físico: SPBB (incluye evaluación de balance, 4MWT, 5-STST).	

Continúa en página siguiente.

Continuación de tabla 2.

Autor/año	Características del estudio	Metodología	Intervención
Udina et al. (2021)	$n = 33$ (19 mujeres, 14 hombres). Edad (media y DT): 66.2 ± 2.8. Comorbilidades: hipertensión, diabetes, arritmia, infarto de miocardio, EPOC, asma, deterioro cognitivo, demencia, enfermedades neurodegenerativas, accidentes cerebro vasculares, depresión, osteoartritis y dolores de espalda baja. Se dividió el grupo en dos. Grupo 1 – pacientes UCI $n = 20$ (10 mujeres, 10 hombres) Edad (media y DT): 58.2 ± 7.9 <i>*Los participantes de este grupo requirieron ventilación mecánica.</i> Grupo 2 – pacientes no UCI. $n = 13$ (9 mujeres, 4 hombres). Edad (media y DT): 78.4 ± 8.1. Además, los autores reportan datos de pre y post evaluación de la condición aeróbica medida con la PC6M de una submuestra de 22 participantes (18 de esos pacientes estuvieron en UCI). $n = 22$ (14 mujeres, 8 hombres). Edad (media y DT): 61.9 ± 12.1.	a. Programa de rehabilitación - Tipo de ejercicio: aeróbico / fuerza / balance. - D: N/R. - F: 7 veces/semana. - CTS: 15 sesiones. b. Instrumentos de evaluación - Condición cardiorrespiratoria: PC6M. - Rendimiento físico: SPBB (incluye evaluación de balance, 4MWT, 5-STST). - Cognición: MoCA. - Deterioro cognitivo: SDMT. - Fragilidad: CFS.	Ejercicio terapéutico multicomponente. Ambos grupos realizaron el programa de ejercicios terapéuticos multicomponente. Cada sesión fue individualizada acorde a la condición física de cada participante. - Entrenamiento de fuerza 2-4 ejercicios (para extremidades superiores e inferiores con ejercicios funcionales). 1-2 series x 8-10 reps. Intensidad: 30-80% del 1RM. - Entrenamiento aeróbico 5-15 min en cicloergómetro, steps o caminata. Intensidad 3-5 de la escala modificada de Borg. - Balance 2 ejercicios de ejercicios estáticos y dinámicos. Caminata (con obstáculos, cambios de dirección o en superficies inestables). - Educativo Sesiones de recomendaciones para disminuir los comportamientos sedentarios diarios e información sobre ejercicios de respiración y su guía terapéutica en caso de ser necesario.

Continúa en la siguiente página

Continuación de tabla 2.

Autor/año	Características del estudio	Metodología	Intervención
Daynes et al. (2021)	$n = 30$ (16 hombres, 14 mujeres). Edad (media y DT): 58 ± 16 . Comorbilidades: EPOC ($n = 1$), asma ($n = 3$) previo.	a. Programa de rehabilitación - Tipo de ejercicio: aeróbico / fuerza. - D: 6 semanas. - F: 2 veces/semana. - CTS: 12 sesiones. b. Instrumentos de evaluación - Condición cardiorrespiratoria: ISWT y ESWT. - Calidad de vida: EQ5D y FACIT. - Cognición: MoCA. - EPOC: CAT. - Ansiedad y depresión: HADS.	Programa de rehabilitación supervisado. Programa basado en las indicaciones de la página web: https://www.yourcovidrecovery.nhs.uk/ - Entrenamiento de fuerza - Entrenamiento aeróbico - Educativo Ejercicios para miembros inferiores y superiores. Caminata o uso de banda sin fin. Sobre: dificultad de respiración, tos, fatiga, fiebre, ansiedad, memoria y concentración, sabor y olor, comida saludable, volver a moverse, dormir bien, manejo de las actividades diarias y reincorporación al entorno laboral.
Stavrou et al. (2021)			

Continuación de tabla 2.

Autor/año	Características del estudio	Metodología	Intervención
		a. Instrumentos de evaluación - Condición cardiorrespiratoria: PC6M y 30s-STST.	Ejercicios - Posición de niño – posición de rezo (2 series x 6 repeticiones). - Estiramiento pectoral (2 series x 20 segundos). - Estiramiento para el cuádriceps (2 series x 15 segundos). - Ejercicio aeróbico 50 min de ejercicio aeróbico. Se inició a una intensidad de 2 (fatiga en las piernas) / 3 (disnea) según la escala de disnea modificada de Borg, hasta concluir en la semana 8 con una intensidad de 6 (fatiga en las piernas) / 6 (disnea). Caminata en superficie plana y dura. Chequeo de FC y SO cada 5 min. Se registraba la distancia recorrida final en cada sesión. - Ejercicios de respiración 20 min de ejercicios de yoga para respiración y propiocepción. Se inició con 3 series x 10 repeticiones, hasta alcanzar en la semana 8, 3 series x 12 repeticiones y/o durar 4 a 15 segundos en cada ejercicio.

Continuación de tabla 2

Autor/año	Características del estudio	Metodología	Intervención
		-	Ejercicios - Utkatasana. - Utthita hasta padangusthasana. - Parsvottanasana. - Virabhadrasana I. - Virabhadrasana II. - Virabhadrasana III. - Vrksasana. - Bhujangasa. - Ejercicios de fuerza 20 min de ejercicios multiarticulares de fuerza. Se inició en la primera semana con 2 series x 12 repeticiones, hasta terminar en la semana 8 con 3 series x 16 repeticiones. Se inició con los ejercicios a y b para la primera semana y, mientras transcurrían las semanas, se incorporaron más ejercicios en la rutina. Dentro de los ejercicios para fuerza estaban: - Elevaciones laterales con mancuernas de 1.5 kg. - Sentadilla con mancuerna. - Desplantes usando una silla (a partir de la semana 2). - Elevación de piernas (a partir de la semana 4). - Flexión y extensión de codo con balón medicinal

de 2 kg (a partir de la semana 6).

Continuación de tabla 2

Autor/año	Características del estudio	Metodología	Intervención
Tozato et al. (2021)	$n = 4$ (2 hombres, 2 mujeres). Edad (media y DT): 54.5 ± 10.51. Comorbilidades: hipertensión ($n=2$), VIH ($n=1$), cáncer de próstata ($n = 1$). Solamente se consideraron los datos de 3 participantes, ya que uno de ellos presentaba discapacidad y las evaluaciones se realizaron de manera distinta. $n = 3$ (2 hombres, 1 mujer). Edad (media y DT): 57 ± 8.50.	a. Programa de rehabilitación - Tipo de ejercicio: aeróbico / fuerza / flexibilidad, movilidad / respiraciones. - D: N/R. - F: 3 veces/semana. - CTS: N/R. b. Instrumentos de evaluación - Condición cardiorrespiratoria: PC6M. - Fuerza: 1RM (extensión de rodilla, abducción de hombro, flexión de codo, fuerza de agarre).	- Ejercicio aeróbico Duración de la sesión de 30 minutos, utilizando caminadora, cicloergómetro para extremidades superiores e inferiores y steps. Intensidad: 60% y 80% de la FC reserva (Karvonen). Escala de Borg (0-10) entre 4 y 6. SpO2 $\geq 90\%$. - Ejercicios de fuerza Se prescribió para el trabajo de fuerza con 3 series x 10 repeticiones
Missé et al. (2021)	$n = 9$ (1 hombre, 8 mujeres). Edad (media y DT): 48.7 ± 9.6. Características: Participantes con enfermedades reumáticas del sistema autoinmune: artritis reumatoide ($n = 3$), espondilo artritis ($n = 2$), síndrome de Sjögren ($n = 2$), síndrome anti-sintetasa ($n = 1$) y lupus	a. Programa de rehabilitación - Tipo de ejercicio: aeróbico. - D: N/R. - F: N/R. - CTS: N/R. c. Instrumentos de evaluación	Se aplicó la estimulación directa transcraneal (tDCS, siglas en inglés) durante toda la intervención, con una carga eléctrica de 2mA, en los 20 min de aplicación de ejercicio aeróbico. Ejercicio aeróbico Caminadora con el uso de la escala de

-17-



eritematoso sistémico ($n = 1$).	Las mediciones se realizaron una semana antes y una después de finalizado el tratamiento.	percepción de esfuerzo para la intensidad (RPE), con duración de 20 min (mismos momentos en que se aplica la tDCS).
------------------------------------	---	---

Continuación de tabla 2

Autor/año	Características del estudio	Metodología	Intervención
Gloeckl et al. (2021)	$n = 50$ (28 mujeres, 22 hombres). Se dividió el grupo en dos subgrupos, acorde a la severidad de la enfermedad de COVID-19 que hayan sufrido. <i>Nota: se solicitó información vía correo electrónico a los autores, ya que no publicaron los resultados necesarios con media y desviación estándar (los resultados brindados eran los del total de participantes; $n = 50$).</i>	- Condición cardiorrespiratoria: 1-min-STST, TUG. - Fuerza: evaluación de agarre. - Calidad de vida: EQ5D y FACIT-F. - Fatiga y dolor: MFIS, FSS y VAS. a. Programa de rehabilitación - Tipo de ejercicio: aeróbico / fuerza / respiración. - D: N/R. - F: 5 días/semana (aeróbico, fuerza); 2-4 veces/semana (ejercicios de respiración); 3 veces/ semana (relajación muscular). - CTS: N/R. b. Instrumentos de evaluación - Condición cardiorrespiratoria: PC6M, ISWT y ESWT.	- Ejercicio aeróbico Se realizó en cicloergómetro. Entre 10-20 minutos. - Ejercicio de fuerza Máquinas de peso para realizar extensión de rodilla, flexiones, jalón de polea. 30 minutos por sesión. - Respiratorios Entrenamiento de la respiración, técnicas para la tos, eliminación de mucosidad,

-18-



- Calidad de vida: SF-36.	conectivo masaje tisular, técnicas de conservación de energía.
- Cognición: MoCA.	
Ansiedad y depresión: GAD-7 y PHQ-D.	30 minutos por sesión.

Continuación de tabla 2

Autor/año	Características del estudio	Metodología	Intervención
			Otros: Educación: sesiones educativas por semana sobre COVID-19 como sobre temas generales como la actividad física, la oxigenoterapia y el tabaquismo. Relajación: relajación muscular progresiva (técnica de Jacobson) por 30 minutos. Terapia ocupacional: se utilizó para tratar problemas neurológicos individuales, capacidad motora limitada en las manos o marcha insegura. El entrenamiento del rendimiento cerebral se realizó para mejorar la memoria y concentración. Soporte psicológico: terapia de grupo sobre aspectos del manejo de la enfermedad y el afrontamiento de COVID-19 y sus secuelas. Asesoramiento nutricional: se proporcionó asesoramiento o suplementos nutricionales proporcionado para recuperar la composición

corporal (después de la pérdida de peso corporal durante estancia en el hospital).

Continuación de tabla 2

Autor/año	Características del estudio	Metodología	Intervención
Dalbosco-Salas et al. (2021)	$n = 115$ (49 hombres, 66 mujeres). Edad (media y DT): 55.6 ± 12.7 años. Características: Todos los pacientes presentaban disnea persistente después de haber sido dados de alta del SARS-CoV-2. 57 personas tenían antecedentes de hospitalización, 35 participantes hospitalizados estuvieron en UCI. Edad (media y DT): 59.7 ± 10.8 años. No hospitalizados: $n = 58$ (14 hombres, 44 mujeres). Edad (media y DT): 51.6 ± 13.2 años. Comorbilidades (% de personas): hipertensión (46), obesidad (40), diabetes (25), dislipidemias (19), artrosis (15) y asma (13).	a. Programa de rehabilitación - Tipo de ejercicio: aeróbico / fuerza / respiración. - D: 9 semanas. - F: 2-3 sesiones/ semana (hasta cumplir 24 sesiones en total). - CTS: 24 sesiones. b. Instrumentos de evaluación - Condición cardiorrespiratoria: 1-min STST (se utilizó la escala modificada de Borg (0-10) para medir la disnea y la fatiga inmediatamente antes y después de realizar la prueba). - Calidad de vida: SF-36. - Disnea: mMRC. - Fatiga: VAS.	Programa de tele rehabilitación. Se considera como completo el programa si la persona logró el 100% de las sesiones. Cada sesión de rehabilitación fue hecha en casa de cada participante. Intensidad de ejercicios moderada (escala de Borg 3-6). Instrumentos artículos de la casa como sillas, el equipo de terapeutas les brindó bandas elásticas adaptadas para cada paciente. El programa de rehabilitación (el protocolo fue basado en las recomendaciones del Colegio Americano de Medicina y Deporte y de las recomendaciones de fisioterapia respiratoria y ejercicios terapéuticos del Colegio Profesional de Fisioterapeutas de la Comunidad de Madrid): 1-Calentamiento (5 min.). 2-Ejercicios de respiraciones (3 min.). 3-Ejercicio aeróbico y/o de fuerza (20-30

min.).

4-Estiramientos finales (5 min.).

Notas. D: duración total del programa en semanas; F: frecuencia de sesiones semanales; CTS: cantidad total de sesiones; PC6M: prueba de camina de 6 minutos; SPBB: siglas en inglés de batería de medición de rendimiento físico; 4MWT: siglas en inglés de prueba de caminata de 4 metros; 5-STST: siglas en inglés de prueba de levantarse y sentarse cinco veces; 30-STST: siglas en inglés de la prueba de sentarse y levantarse durante 30 segundos; 1-min-STST: siglas en inglés de la prueba de sentarse y levantarse durante 1 minuto; ISWT: siglas en inglés de prueba de caminata progresiva; ESWT: siglas en inglés de la prueba de caminata y resistencia; TUG: siglas en inglés de la prueba de tiempo de levantarse y andar; SF-36: siglas en inglés de cuestionario sobre salud física; EQ5D: siglas en inglés de cuestionario europeo de calidad de vida de 5 dimensiones; FACIT: siglas en inglés de la evaluación funcional de terapia de enfermedades crónicas; CAT: siglas en inglés del cuestionario para personas con la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC); HADS: siglas en inglés de la escala de ansiedad y depresión hospitalaria; MoCA: siglas en inglés de evaluación cognitiva de Montreal; SDMT: siglas en inglés de prueba de símbolos y dígitos; CFS: siglas en inglés de escala de fragilidad clínica MFIS: siglas en inglés de escala modificada de impacto de la fatiga; FSS: siglas en inglés de la escala de severidad de la fatiga; VAS: siglas en inglés de escala de visión análoga; GAD-7: siglas en inglés de la escala de trastorno de general de ansiedad; PHQ-D: siglas en inglés del cuestionario sobre salud del paciente; mMRC: siglas en inglés de escala de disnea; N/R: no reporta; DT: desviación típica; UCI: unidad de cuidados intensivos; EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica; FC: frecuencia cardiaca; SO: saturación de oxígeno; tDCS: siglas en inglés de estimulación directa transcraneal; RPE: escala de esfuerzo percibido. Fuente: elaboración propia.



De acuerdo con el meta-análisis, hay evidencia de que el ejercicio con componente aeróbico tiene el efecto de mejorar la capacidad cardiorrespiratoria en personas sobrevivientes de COVID-19; sin embargo, en primera instancia se identificó evidencia de sesgo de publicación (prueba de Egger, $p = 0.015$). Por ejemplo, en la [Figura 2](#) se muestra que el estudio de Ahmed et al. (2021) y el de Tozato et al. (2021) presentaban tamaños de efecto extremos, siendo bajo el peso de su aporte al ajuste del modelo. Por tal razón, se decidió corregir el modelo meta-analítico eliminando los datos de esos estudios que, además, presentaban alta variabilidad. Así, se obtuvo un modelo robusto con 9 tamaños de efecto (7 estudios) manteniendo un efecto global de magnitud grande y distinto de cero con 95% de confianza y sin evidencia de sesgo de publicación, de acuerdo con la prueba de Egger (ver [Tabla 3](#)) y gráfico de embudo (ver [Figura 5](#)) y sin evidencia de heterogeneidad ($I^2 = 0.87\%$). Por tanto, los estudios meta-analizados son bastante homogéneos y no se aprecia evidencia de alguna posible variable moderadora que explique estos resultados.

Tabla 3

Resultados del meta-análisis sobre el efecto del ejercicio aeróbico en la capacidad cardiorrespiratoria en pacientes sobrevivientes de SARS-CoV-2. Tamaños de efecto (TE) pre vs. post test. Datos de grupos experimentales

Modelo	n	k	TEgl	ee	Intervalos de confianza (95%)		Q	I^2	Prueba de Egger (valor p)
					IC-	IC+			
Completo	9	12	0.884	0.0687	0.749	1.018	12.374 $p = 0.336$	6.43%	0.015*
Corregido*	7	9	0.849	0.0681	0.715	0.982	7.132 $p = 0.522$	0.87%	0.205

Notas. n = cantidad de estudios; k = cantidad de TE; TEgl: TE promedio ponderado; ee: error estándar; TE: tamaño de efecto; TEglp: tamaño de efecto global ponderado; IC: intervalos de confianza al 95%; Q: prueba de heterogeneidad; I^2 : porcentaje de heterogeneidad. *En el modelo corregido se eliminó los datos de Ahmed et al. (2021) y de Tozato et al. (2021). *Valores $p < 0.1$ indican riesgo de sesgo de publicación. Fuente: elaboración propia.

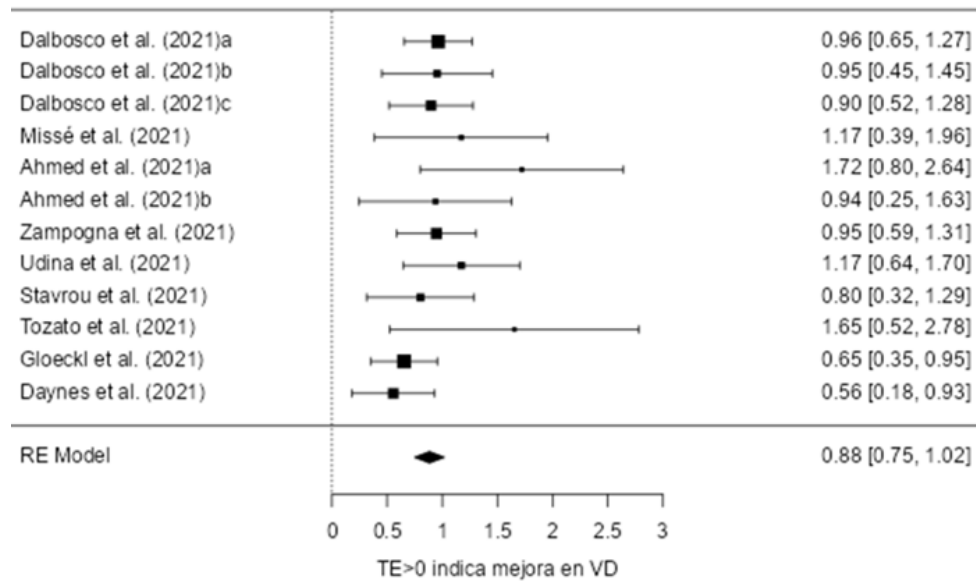


Figura 2. Gráfico de bosque de meta-análisis sobre el efecto del sobre el efecto del ejercicio aeróbico en la capacidad cardiorrespiratoria en pacientes sobrevivientes de SARS-CoV-2. Tamaños de efecto (TE) pre vs. post test. Datos de grupos experimentales. Modelo sin ajustar. Fuente: elaboración propia.

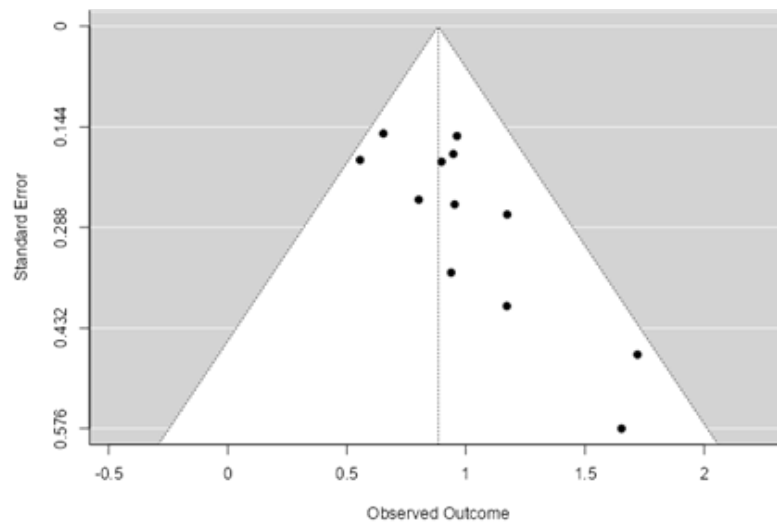


Figura 3. Gráfico de embudo de meta-análisis sobre el efecto del ejercicio aeróbico en la capacidad cardiorrespiratoria en pacientes sobrevivientes de SARS-CoV y SARS-CoV-2. Tamaños de efecto (TE) pre vs. post test. Datos de grupos experimentales. Fuente: elaboración propia.

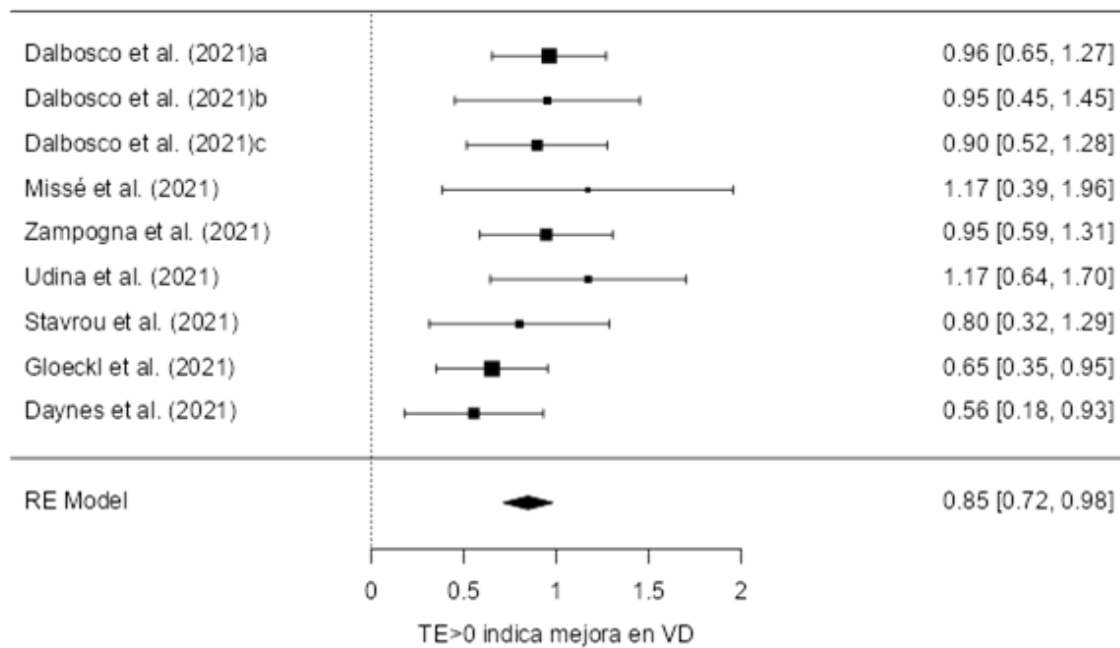


Figura 4. Gráfico de bosque de meta-análisis sobre el efecto del ejercicio aeróbico sobre la capacidad cardiorrespiratoria en pacientes sobrevivientes de SARS-CoV-2. Modelo ajustado (7 estudios). Datos de grupos experimentales. Fuente: elaboración propia.

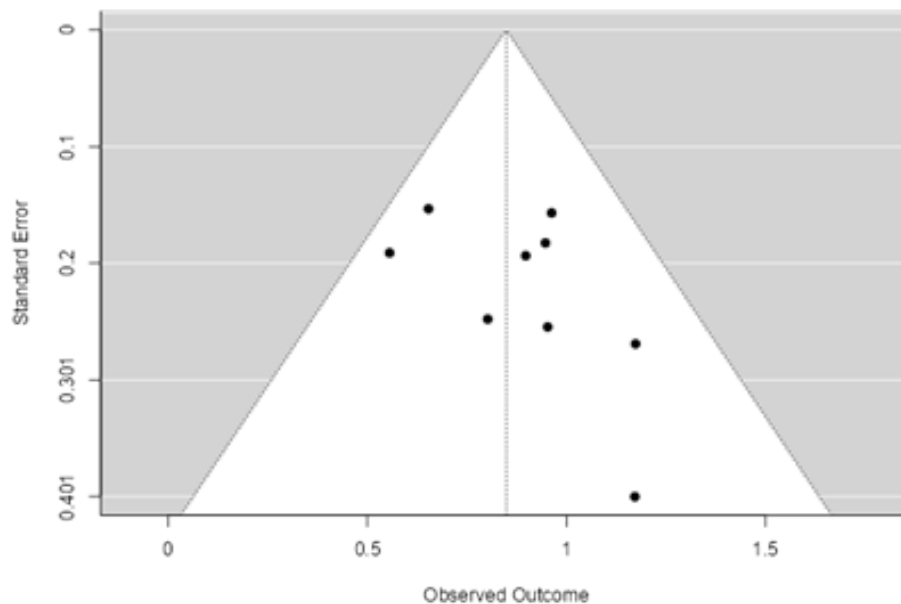


Figura 5. Gráfico de embudo de meta-análisis sobre el efecto del ejercicio aeróbico sobre la capacidad cardiorrespiratoria en pacientes sobrevivientes de SARS-CoV-2. Modelo ajustado (7 estudios). Datos de grupos experimentales. Fuente: elaboración propia

Tabla 4

Criterios de la escala TESTEX para evaluar la calidad de los estudios

Ítem	Criterio
1	Criterios de elegibilidad claros y se cumplen (1 pto.).
2	Métodos de aleatorización descritos y definidos (1 pto.).
3	Ocultamiento de la asignación de los participantes (1 pto.). *
4	Grupos sin diferencia estadística en pretest (1 pto.).
5	Cegamiento del evaluador (1 pto.). *
6	Más del 85% de los participantes terminaron el estudio (cuenta con 3 criterios de 1 pto. cada uno**).
	a. Se reporta la asistencia de al menos 85% de los participantes (1 pto.).
	b. Se reportan los eventos adversos para cada grupo (1 pto.).
	c. Se reporta la asistencia a las sesiones completadas por los participantes que terminaron el estudio (1 pto.).
7	Análisis de intención de tratar (1 pto.). *
8	Comparaciones estadísticas entre grupos (cuenta con 2 criterios de 1 pto. cada uno***).
	a. Se reporta análisis estadístico entre grupos para la variable dependiente principal (1 pto.).
	b. Se reporta análisis estadístico entre grupos para la(s) variable(s) secundaria(s) (1 pto.).
9	Se reportan los resultados de variabilidad de la(s) variable(s) secundaria(s) (1 pto.).
10	Se reporta el nivel de actividad física del grupo control (1 pto.). *
11	La intensidad de ejercicio se mantuvo constante durante la intervención (1 pto.).
12	Se puede calcular el volumen y el gasto energético (1 pto.).

Notas. pto. = punto; * = criterio no evaluado; ** = criterio con 3 puntos máximos posibles;

*** = criterio con 2 puntos máximos posibles.

Calidad de los estudios

Durante el análisis de los criterios de calidad metodológica se excluyó el criterio 3 (*ocultamiento de la asignación de los participantes*) ya que se consideró que ocultar a los pacientes el grupo al que eran asignados era innecesario, pues era muy evidente que el paciente iba a estar en un grupo donde realizaría ejercicio, siendo esta actividad el tratamiento o estímulo de interés. Por otro lado, en los estudios meta-analizados solo existían grupos de intervención con ejercicio (grupo único, que en algunos estudios se subdividía para efectos de los análisis), por lo que no tiene sentido aplicar este criterio para valorar la calidad de estos trabajos.

También, se excluyó el criterio 5 (*cegamiento del evaluador*) que tendría importancia en un escenario con un grupo control y otro de intervención, donde este cegamiento aplicaría para que, al medir, se desconozca cuáles participantes hacen ejercicio y cuáles no, controlando un posible sesgo por trato diferenciado de los participantes o de sus datos. Sin embargo, cuando se tiene un solo grupo de intervención (como sucedió en los estudios meta-analizados) este criterio no es posible que se cumpla.

El criterio 7 (*análisis de intención de tratar*) también fue removido y no se aplicó debido a que en este se intenta recuperar los datos de sujetos que abandonaron el estudio; pero, para efectos del presente metaanálisis, se requirió que los datos de las evaluaciones post-test fueran de la misma muestra examinada en el pre-test; por lo tanto, ese criterio de intención de tratar sería contraproducente. Además, en la mayoría de los estudios que se meta-analizaron no se indicaba con exactitud si hubo deserción (la mayoría no indica ni reporta claramente si hubo personas que abandonasen el estudio, las cuales tuviesen algún seguimiento posterior).

Por último, el criterio 10 (*¿reporta el estudio el nivel de actividad física del grupo control?*) fue excluido porque ninguno de los estudios meta-analizados reportó grupo control, por lo que el ítem no puede considerarse al haber solamente grupos experimentales. En la Tabla 5, se pueden observar los puntajes que obtuvo cada estudio.

Tabla 5

Criterios de la escala de calidad metodológica TESTEX, con los puntajes de cada estudio individual

Criterio	Dalbosc-Salas et al. (2021)	Missé et al. (2021)	Ahmed et al. (2021)	Zampogna et al. (2021)	Udina et al. (2021)	Stavrou et al. (2021)	Tozato et al. (2021)	Gloeckl et al. (2021)	Daynes et al. (2021)
Criterios de elegibilidad claros y se cumplen	1	1	1	1	1	1	0	1	0
Métodos de aleatorización descritos y definidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grupos sin diferencia estadística en pretest	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Se reporta la asistencia de al menos 85% de los participantes	0	1	1	0	1	1	1	1	1
Se reportan los eventos adversos para cada grupo	0	1	0	0	1	0	1	1	0
Se reporta la asistencia a las sesiones completadas por los participantes que terminaron el estudio	0	1	0	1	1	0	1	1	0
Se reporta análisis estadístico entre grupos para la variable dependiente principal	1	1	1	0	1	1	0	1	1
Se reporta análisis estadístico entre grupos para la(s) variable(s) secundaria(s)	1	1	1	0	1	1	0	1	0
Se reportan los resultados de variabilidad de la(s) variable(s) secundaria(s)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La intensidad de ejercicio se mantuvo constante durante la intervención	0	1	1	1	1	0	0	1	0
Se puede calcular el volumen y el gasto energético	1	1	1	1	1	0	1	1	0
TOTAL	5	9	7	5	9	5	5	9	3

Fuente: elaboración propia.

En la [Tabla 5](#) se observa que una de las fortalezas principales fue el reporte de los criterios de inclusión de los participantes de cada estudio. Lo que significa que los criterios de elegibilidad establecidos en los estudios permitieron seleccionar correctamente a los grupos con la condición de sobrevivientes de COVID-19. Otra fortaleza detectada fue que los estudios reportan datos estadísticos tanto como pretest y como posttest que permitieron realizar el presente meta-análisis.

Sumado a lo anterior, se logra rescatar que 7 de los 9 estudios metaanalizados reportaron la dosificación de la intervención que se realizó en cada estudio, lo cual les da alto valor a las características metodológicas en cuanto al programa de intervención aplicado en cada estudio, y logra mostrarse claramente cómo se dosificó.

Dentro de las debilidades destacadas, se puede mencionar que la aleatorización de los participantes de cada estudio no fue realizada, a pesar de que en algunos de los estudios se reportaron varios grupos; sin embargo, ninguno de ellos presentó algún grupo control. Otra deficiencia importante por señalar es que para el ítem 9, en ninguno de los estudios se reportan datos de los resultados de variabilidad, dicho punto es considerado importante porque, no puntuar en dicho criterio, se podría considerar que los resultados son presentados de manera selectiva.

DISCUSIÓN

En los resultados del presente trabajo se evidenció el efecto positivo que tiene el ejercicio aeróbico sobre la capacidad cardiorrespiratoria en pacientes sobrevivientes al SARS-CoV-2; dicho resultado concuerda con el estudio de Lau et al. ([2005](#)), en el cual se aplicó un programa de 6 semanas de ejercicio aeróbico para pacientes sobrevivientes de SARS-CoV, que surtió efecto positivo en la mejora de la distancia en metros de la prueba de caminata de 6 minutos después de la intervención, implicando mejoras en la capacidad cardiorrespiratoria. En otro estudio más reciente, Daynes et al. ([2021](#)) aplicaron el mismo método de entrenamiento por un periodo de 6 semanas a pacientes sobrevivientes al SARS-CoV-2, encontrando mejoras significativas e importantes post intervención, lo que sugiere que el ejercicio aeróbico ayuda a mejorar la condición cardiorrespiratoria en pacientes afectados por los síndromes respiratorios agudos.

Otros estudios, como por ejemplo, en la investigación realizada por Paneroni et al. ([2017](#)) en la que se aplicó un programa de ejercicio aeróbico por 52 semanas a pacientes



con enfermedad pulmonar obstructiva crónica, también se observaron resultados favorables en la prueba de caminata de 6 minutos post intervención. En un estudio similar, Angane y Navare ([2017](#)) concluyen que el ejercicio aeróbico incide positivamente en la capacidad cardiorrespiratoria en aquellos pacientes con alguna o varias enfermedades pulmonares.

Como se observó en los resultados, los tamaños de efecto individuales de los estudios fueron homogéneos, por lo cual no se justificaba examinar el concurso de alguna posible variable moderadora en los resultados meta analíticos. Sin embargo, no se puede descartar que, en futuras muestras de estudios empleadas en próximos meta-análisis, pueda establecerse el efecto moderador de características como: sexo, edad, tiempo de sesión, duración total de la intervención en semanas, cantidad total de sesiones, sesiones por semana y el porcentaje de hospitalizados.

La combinación de ejercicio aeróbico y de fuerza ha mostrado favorecer la salud de personas afectadas por enfermedades respiratorias crónicas. Por ejemplo, Agostini et al. ([2021](#)) realizaron una intervención de 8 semanas combinando ambos tipos de ejercicio, y encontraron mejoras no solo en la parte física y funcional, sino también en la sintomatología, cansancio y disnea, síntomas que también son producto de infecciones virales que afectan el sistema respiratorio como en el caso del COVID-19.

Los resultados del presente estudio van en la línea de las evidencias previas, dado que en todos los estudios que se incluyeron en el meta-análisis utilizaron intervención con ejercicio aeróbico y, en la mayoría incluyeron intervención con ejercicio aeróbico combinado con ejercicio de fuerza en sesiones separadas del mismo programa. Cabría plantearse qué efecto tendría el ejercicio concurrente, aeróbico y de fuerza en estos pacientes, lo cual sería una línea de investigación experimental prometedora. No obstante, como se ha indicado, en el presente meta-análisis no se tuvo evidencia de heterogeneidad que pudiera explicarse por este factor.

Deben tenerse en cuenta varias limitaciones que afectan las conclusiones del presente estudio. Entre estas, destaca la ausencia de grupos de control, lo cual repercute negativamente en la calidad de la evidencia según lo que se ha podido presentar anteriormente sobre valoración metodológica de los estudios meta-analizados. Si bien se ha podido cuantificar el tamaño de efecto del ejercicio en los grupos de intervención, no se puede tener certeza de que este efecto se deba exclusivamente al ejercicio realizado.



Así mismo, no se pudo identificar evidencia de variables moderadoras de los resultados, entre las características de las muestras de estudios meta-analizados. Otro aspecto importante tiene que ver con la cantidad de estudios que se pudo meta-analizar, lo cual es una limitante, pero se justifica por las dificultades para realizar estudios clínicos con pacientes afectados por la enfermedad de COVID-19 en su centro de salud, durante el contexto de la pandemia. Las circunstancias que se enfrentaron en ese escenario promovieron la realización de estudios con cierta celeridad, buscando entender mejor la enfermedad e identificar, lo más pronto posible, modalidades complementarias de tratamiento como el ejercicio, que pudieran dar algún beneficio a los pacientes.

Si bien aún no hay protocolos comunes para este tipo de enfermedad (Agostini et al., [2021](#); Lau et al., [2005](#)), con base en la evidencia científica existente se puede concluir que el ejercicio aeróbico realizado solo, o combinado con otro método de entrenamiento, como fuerza, equilibrio y/o ejercicios de respiración, puede favorecer la capacidad cardiorrespiratoria en pacientes sobrevivientes de COVID-19.

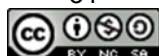
CONCLUSIÓN

El ejercicio aeróbico, solo o en combinación con ejercicio de fuerza, además de otros componentes como el ejercicio de flexibilidad, favorece la capacidad cardiorrespiratoria en pacientes sobrevivientes de COVID-19, siendo una forma segura de rehabilitarles. En general, las características de las intervenciones que tuvieron efectos significativos son:

- Frecuencia: 2-5 veces por semana.
- Intensidad: 40-70% de la frecuencia cardiaca máxima.
- Semanas de intervención: 8 semanas.
- Tipo de ejercicio: aeróbico, aeróbico combinado con fuerza, aeróbico combinado con fuerza en conjunto con terapia respiratoria y flexibilidad.

Declaración de conflictos de interés: no existen conflictos de interés.

Contribuciones: Hipsen Alonso Jiménez-Rodríguez (B-C-D-E) y Gerardo Araya Vargas (B-C-D-E)

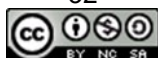


A-Financiamiento, **B**-Diseño del estudio, **C**-Recolección de datos, **D**-Análisis estadístico e interpretación de resultados, **E**-Preparación del manuscrito.

REFERENCIAS

(*) Estudios incluidos en el meta-análisis.

- Aghjayan, S. L., Lesnovskaya, A., Esteban-Cornejo, I., Peven, J. C., Stillman, C. M., y Erickson, K. I. (2021). Aerobic exercise, cardiorespiratory fitness, and the human hippocampus. *Hippocampus*, 31(8), 817-844. <https://doi.org/10.1002/hipo.23337>
- Agostini, F., Mangone, M., Ruiu, P., Paolucci, T., Santilli, V., y Bernetti, A. (2021). Rehabilitation setting during and after Covid-19: An overview on recommendations. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 53(1). <https://doi.org/10.2340/16501977-2776>
- *Ahmed, I., Inam, A. B., Belli, S., Ahmad, J., Khalil, W., y Jafar, M. M. (2021). Effectiveness of aerobic exercise training program on cardio-respiratory fitness and quality of life in patients recovered from COVID-19. *European Journal of Physiotherapy*, 1-6. <https://10.1080/21679169.2021.1909649>
- Alawna, M., Amro, M., y Mohamed, A. A. (2020). Aerobic exercises recommendations and specifications for patients with COVID-19: a systematic review. *European review for medical and pharmacological sciences*, 24(24), 13049-13055. https://doi.org/10.26355/eurev_202012_24211
- Angane, E. Y., y Navare, A. A. (2017). Effects of aerobic exercise on pulmonary function tests in healthy adults. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 4(6), 2059-2063. <http://dx.doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20161760>
- Ceravolo, M. G., Arienti, C., de Sire, A., Andrenelli, E., Negrini, F., Lazzarini, S. G., Patrini, M., Negrini, S., y International Multiprofessional Steering Committee of Cochrane Rehabilitation REH-COVER action. (2020). Rehabilitation and COVID-19: the Cochrane Rehabilitation 2020 rapid living systematic review. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 56(5), 642-651. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.20.06501-6>
- Chaabene, H., Prieske, O., Herz, M., Moran, J., Höhne, J., Kliegl, R., Ramirez-Campillo, R., Behm, D. G., Hortobágyi, T., y Granacher, U. (2021). Home-based exercise programmes improve physical fitness of healthy older adults: A PRISMA-compliant systematic review and meta-analysis with relevance for COVID-19. *Ageing Research Reviews*, 67, 101265. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2021.101265>
- Cheng, J. C., Chiu, C. Y., y Su, T. J. (2019). Training and Evaluation of Human Cardiorespiratory Endurance Based on a Fuzzy Algorithm. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(13), 2390. <https://doi.org/10.3390/ijerph16132390>
- Christensen, R., Arneja, J., St Cyr, K., Sturrock, S. L., y Brooks, J. D. (2021). The association of estimated cardiorespiratory fitness with COVID-19 incidence and



- mortality: A cohort study. *PloS one*, 16(5), e0250508.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250508>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2ª ed.). Lawrence Erlbaum.
- Cooper, H., Hedges, L., y Valentine, J. (2009). *The handbook of research synthesis and meta-analysis* (2ª ed.). Russell Sage Foundation.
- *Dalbosco-Salas, M., Torres-Castro, R., Rojas Leyton, A., Morales Zapata, F., Henríquez Salazar, E., Espinoza Bastías, G., Beltrán Díaz, M. E., Tapia Allers, K., Mornhinweg Fonseca, D., y Vilaró, J. (2021). Effectiveness of a Primary Care Telerehabilitation Program for Post-COVID-19 Patients: A Feasibility Study. *Journal of Clinical Medicine*, 10(19), 4428. <https://doi.org/10.3390/jcm10194428>
- *Daynes, E., Gerlis, C., Chaplin, E., Gardiner, N., y Singh, S. J. (2021). Early experiences of rehabilitation for individuals post-COVID to improve fatigue, breathlessness exercise capacity and cognition - A cohort study. *Chronic Respiratory Disease*, 18. <https://doi.org/10.1177/14799731211015691>
- Demmler, G. J., y Ligon, B. L. (2003). Severe acute respiratory syndrome (SARS): a review of the history, epidemiology, prevention, and concerns for the future. *Seminars in pediatric infectious diseases*, 14(3), 240-244. [https://doi.org/10.1016/s1045-1870\(03\)00056-6](https://doi.org/10.1016/s1045-1870(03)00056-6)
- *Gloeckl, R., Leitl, D., Jarosch, I., Schneeberger, T., Nell, C., Stenzel, N., Vogelmeier, C. F., Kenn, K., y Koczulla, A. R. (2021). Benefits of pulmonary rehabilitation in COVID-19: a prospective observational cohort study. *ERJ Open Research*, 7(2), 00108-2021. <https://doi.org/10.1183/23120541.00108-2021>
- Gold, M. S., Sehayek, D., Gabrielli, S., Zhang, X., McCusker, C., y Ben-Shoshan, M. (2020). COVID-19 and comorbidities: a systematic review and meta-analysis. *Postgraduate Medicine*, 132(8), 749-755. <https://doi.org/10.1080/00325481.2020.1786964>
- Hui, D. S., Wong, P. C., y Wang, C. (2003). SARS: clinical features and diagnosis. *Respirology*, 8(Suppl. 1), S20-S24. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1843.2003.00520.x>
- Jiménez-Rodríguez, H. A., y Araya-Vargas, G. (2023). Base de datos para Efecto del ejercicio aeróbico sobre la capacidad cardiorrespiratoria en pacientes sobrevivientes de covid-19: metaanálisis. *Pensar en Movimiento: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 21(1). <https://doi.org/10.15517/pensarmov.v21i1.54942>
- *Lau, H. M., Ng, G. Y., Jones, A. Y., Lee, E. W., Siu, E. H., y Hui, D. S. (2005). A randomised controlled trial of the effectiveness of an exercise training program in patients recovering from severe acute respiratory syndrome. *The Australian Journal of Physiotherapy*, 51(4), 213-219. [https://doi.org/10.1016/s0004-9514\(05\)70002-7](https://doi.org/10.1016/s0004-9514(05)70002-7)

- Li, N., Zhu, L., Sun, L., y Shao, G. (2021). The effects of novel coronavirus (SARS-CoV-2) infection on cardiovascular diseases and cardiopulmonary injuries. *Stem Cell Research*, 51, 102168. <https://doi.org/10.1016/j.scr.2021.102168>
- Liberati, A., Moher, D., Tetzlaff, J., Altman, D. G., y PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *BMJ*, 339, b2535. <https://doi.org/10.1136/bmj.b2535>
- Misra, S., Nath, M., Hadda, V., y Vibha, D. (2020). Efficacy of various treatment modalities for nCOV-2019: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Clinical Investigation*, 50(11), e13383. <https://doi.org/10.1111/eci.13383>
- *Missé, R. G., Santos, A. M., Borges, I. B., Simões, M. S., Silveiro, L. R., Correia, B. L., Kim, A., Caetano, A. M., Pasoto, S. G., Saad, C. G., Souza, D. D., Tanaka, C., Greve, J. M., Baptista, A. F., y Shinjo, S. K. (2021). Transcranial direct current electrical stimulation in combination with aerobic exercise is effective in reducing fatigue and pain in post-COVID-19 systemic autoimmune rheumatic patients. *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1008362/v1>
- Paneroni, M., Simonelli, C., Vitacca, M., y Ambrosino, N. (2017). Aerobic Exercise Training in Very Severe Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *American Journal of Physical Medicine y Rehabilitation*, 96(8), 541-548. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000667>
- Rooney, S., Webster, A., y Paul, L. (2020). Systematic Review of Changes and Recovery in Physical Function and Fitness After Severe Acute Respiratory Syndrome-Related Coronavirus Infection: Implications for COVID-19 Rehabilitation. *Physical Therapy*, 100(10), 1717-1729. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzaa129>
- Salgado-Aranda, R., Pérez-Castellano, N., Núñez-Gil, I., Orozco, A. J., Torres-Esquível, N., Flores-Soler, J., Chamaisse-Akari, A., McInerney, A., Vergara-Uzcategui, C., Wang, L., González-Ferrer, J. J., Filgueiras-Rama, D., Cañadas-Godoy, V., Macaya-Miguel, C., y Pérez-Villacastín, J. (2021). Influence of Baseline Physical Activity as a Modifying Factor on COVID-19 Mortality: A Single-Center, Retrospective Study. *Infectious diseases and therapy*, 10(2), 801-814. <https://doi.org/10.1007/s40121-021-00418-6>
- Smart, N. A., Waldron, M., Ismail, H., Giallauria, F., Vigorito, C., Cornelissen, V., y Dieberg, G. (2015). Validation of a new tool for the assessment of study quality and reporting in exercise training studies: TESTEX. *International journal of evidence-based healthcare*, 13(1), 9-18. <https://doi.org/10.1097/XEB.0000000000000020>
- *Stavrou, V. T., Tzourlakopoulos, K. N., Vavougios, G. D., Papayianni, E., Kiribesi, K., Maggoutas, S., Nikolaidis, K., Fradelos, E. C., Dimeas, I., Daniil, Z., Gourgoulidis, K. I., y Boutlas, S. (2021). Eight Weeks Unsupervised Pulmonary Rehabilitation in Previously Hospitalized of SARS-CoV-2 Infection. *Journal of Personalized Medicine*, 11(8), 806. <https://doi.org/10.3390/jpm11080806>

- Sun, T., Guo, L., Tian, F., Dai, T., Xing, X., Zhao, J., y Li, Q. (2020). Rehabilitation of patients with COVID-19. *Expert Review of Respiratory Medicine*, 14(12), 1249-1256. <https://doi.org/10.1080/17476348.2020.1811687>
- Suso-Martí, L., La Touche, R., Herranz-Gómez, A., Angulo-Díaz-Parreño, S., Paris-Alemany, A., y Cuenca-Martínez, F. (2021). Effectiveness of Telerehabilitation in Physical Therapist Practice: An Umbrella and Mapping Review with Meta-Analysis. *Physical Therapy & Rehabilitation Journal*, 101(5), pzab075. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzab075>
- Thoguluva-Chandrasekar, V., Venkatesalu, B., Patel, H. K., Spadaccini, M., Manteuffel, J., y Ramesh, M. (2021). Systematic review and meta-analysis of effectiveness of treatment options against SARS-CoV-2 infection. *Journal of Medical Virology*, 93(2), 775-785. <https://doi.org/10.1002/jmv.26302>
- *Tozato, C., Ferreira, B., Dalavina, J. P., Molinari, C. V., y Alves, V. (2021). Cardiopulmonary rehabilitation in post-COVID-19 patients: case series. Reabilitação cardiopulmonar em pacientes pós-COVID-19: série de casos. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 33(1), 167-171. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33886866/>
- *Udina, C., Ars, J., Morandi, A., Vilaró, J., Cáceres, C., y Inzitari, M. (2021). Rehabilitation in adult post-COVID-19 patients in post-acute care with Therapeutic Exercise. *The Journal of Frailty & Aging*, 10(3), 297-300. <https://doi.org/10.14283/jfa.2021.1>
- Vos, L. M., Bruyndonckx, R., Zuithoff, N. P. A., Little, P., Oosterheert, J. J., Broekhuizen, B. D. L., Lammens, C., Loens, K., Viveen, M., Butler, C. C., Crook, D., Zlateva, K., Goossens, H., Claas, E. C. J., Ieven, M., Van Loon, A. M., Verheij, T. J. M., Coenjaerts, F. E. J., y GRACE Consortium. (2021). Lower respiratory tract infection in the community: associations between viral aetiology and illness course. *Clinical Microbiology and Infection*, 27(1), 96-104. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.03.023>
- Weiss, S. R. (2020). Forty years with coronaviruses. *The Journal of experimental medicine*, 217(5), e20200537. <https://doi.org/10.1084/jem.20200537>
- Yang, L., Jin, J., Luo, W., Gan, Y., Chen, B., y Li, W. (2020). Risk factors for predicting mortality of COVID-19 patients: A systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 15(11), e0243124. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243124>
- *Zampogna, E., Paneroni, M., Belli, S., Aliani, M., Gandolfo, A., Visca, D., Bellanti, M. T., Ambrosino, N., y Vitacca, M. (2021). Pulmonary Rehabilitation in Patients Recovering from COVID-19. *Respiration; international review of thoracic diseases*, 100(5), 416-422. <https://doi.org/10.1159/000514387>
- Zhu, Z., Lian, X., Su, X., Wu, W., Marraro, G. A., y Zeng, Y. (2020). From SARS and MERS to COVID-19: a brief summary and comparison of severe acute respiratory infections caused by three highly pathogenic human coronaviruses. *Respiratory research*, 21(1), 224. <https://doi.org/10.1186/s12931-020-01479-w>